



TITLE:

Thermochemical conversion characteristics of gas and tar generation from waste biomass and plastics(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

Myo, Min Win

CITATION:

Myo, Min Win. Thermochemical conversion characteristics of gas and tar generation from waste biomass and plastics. 京都大学, 2020, 博士(工学)

ISSUE DATE:

2020-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k22428>

RIGHT:

Chapter 3 is copyrighted to Elsevier in "Waste Management" journal. Volume 87, 15 March 2019, Pages 173-182(<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.02.002>) Chapter 4 is copyrighted to Springer Nature in "Journal of Material Cycles and Waste Management". 2019 December. (<https://doi.org/10.1007/s10163-019-00949-8>).

京都大学	博士（工学）	氏名	Myo Min Win
論文題目	Thermochemical conversion characteristics of gas and tar generation from waste biomass and plastics （バイオマスおよびプラスチック廃棄物を用いた熱化学変換によるガス及びタール生成特性）		
<p>（論文内容の要旨）</p> <p>ミャンマーのような途上国では未利用の廃棄物系バイオマスが多く賦存し、野積等の不適切な廃棄によって温室効果ガスの排出をはじめとする環境負荷が高いことが懸念され、こうした廃棄物系バイオマスや都市廃棄物の利活用の1つにエネルギー回収が挙げられる。本研究はバイオマスおよびプラスチック廃棄物を原料としたエネルギー回収技術として、熱分解ガス化技術による原料、生成ガス、タール間の関係性を明らかにすることを目的とし、ミャンマーのヤンゴン地域の廃棄物系バイオマスの賦存量の短・中期見通しの推定や、廃棄物系バイオマスやプラスチックを用いた熱分解ガス化試験、急速熱分解（flash pyrolysis）試験を行い、その研究成果を5章にまとめている。</p> <p>第1章は、研究背景として世界の廃棄物部門の温室効果ガス排出量や廃棄物系バイオマスの利活用、熱分解ガス化技術の先行研究動向と課題についてまとめ、本研究の目的と論文構成を述べている。</p> <p>第2章では、ミャンマーのヤンゴン地域をケーススタディに、廃棄物系バイオマスとして都市廃棄物由来バイオマス（厨芥、紙類、草木類）、農業バイオマス（稲わら、粃殻）、畜産バイオマス（豚糞、鶏糞）、下水汚泥を対象として2015年ならびに2030年の賦存量を推定した。その結果、2015年の259万トン/年から2030年には388万トン/年（318－546万トン/年）と1.3－2.1倍に増加すると推定され、人口増加や経済成長等に伴う家畜消費増加、農業収率の向上が結果に大きく影響すると示唆された。また、廃棄物の種類別では農業バイオマス（稲わら、粃殻）の寄与が大きく、これらをエネルギー回収することが重要と考えられた。推定対象とした廃棄物系バイオマス由来の温室効果ガス排出量としては2015年の319万t-CO₂から2030年には400万t-CO₂に増加すると試算され、温暖化対策として野積みによるメタン排出を避け、エネルギー利用を図ることが重要であることを指摘した。</p>			

第4章では、熱分解過程における原料とガス、タール生成の関連性を明らかにするため、木質ペレット、ポリエチレン (PE)、ポリプロピレン (PP) の配合割合を変えた急速熱分解試験を 900℃の温度条件下で行った。PE と PP の間で生成ガスは異なり、化学構造がガス組成に影響することを確認した。また、木質ペレットとプラスチックを配合する相乗効果により、ガス生成量が増加し、タール収量を減少できることが確認された。この傾向は、木質ペレット中の酸素や水分による水性ガスシフト反応等によってタール中の炭化水素類が CO 等に変換されることによると考えられた。一方で、タール中の PAHs は減少しないことも明らかとなり、タールの除去や改質がガスエンジン発電のためには必要であることが示唆された。

また、第3章では、木質ペレットまたは紙プラスチック燃料 (PRF) を原料として 1 トン/日規模の流動床ガス化炉で熱分解ガス化試験を行った。木質ペレット単独よりも、木質ペレットと同じくセルロースが主成分である紙類とプラスチックから成る RPF の方が炭化水素ガスの生成量が多く、相乗効果が確認された急速熱分解試験と同様の傾向を示した。いずれの原料においても空気比を増すとタール濃度は減少する傾向を示し、空気比 0.3–0.5、反応温度 700–940℃の運転条件でガスエンジン発電利用するためには、生成ガス熱量ならびにタール濃度の観点からは空気比 0.4 前後が適した運転条件であり、併せてタール管理をすることでガスエンジン発電が可能となることが分かった。

第5章は、結論であり、本論文で得られた成果について要約している。また、今後の研究の展望として農業系バイオマス（稲わら、籾殻）を用いた熱分解ガス化からのガスエンジン発電利用のための適した運転条件の把握や、タールの改質などガスエンジン利用のために必要なタール管理方法の検討などを挙げている。

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、バイオマスおよびプラスチック廃棄物を原料としたエネルギー回収技術として、熱分解ガス化技術による原料、生成ガス、タール間の関係性を明らかにすることを目的とし、ミャンマーのヤンゴン地域の廃棄物系バイオマスの賦存量推定と熱分解ガス化試験、急速熱分解 (flash pyrolysis) 試験を行い、ガスエンジン発電利用に適した反応条件、ガス・タールの性状や生成特性を明らかにした。

その研究成果の概要は以下のとおりである。

1. ミャンマーのヤンゴン地域をケーススタディに、廃棄物系バイオマスとして都市廃棄物由来バイオマス (厨芥、紙類、草木類)、農業バイオマス (稲わら、粃殻)、畜産バイオマス (豚糞、鶏糞)、下水汚泥の賦存量を推定した。その結果、2015 年の 259 万トン/年から 2030 年には 1.3–2.1 倍に増加すると推定され、人口増加や経済成長等に伴う家畜消費増加、農業収率の向上が結果に大きく影響すると示唆された。温室効果ガス排出量の試算から、温暖化対策として野積みによるメタン排出を避け、エネルギー利用を図ることが重要であることを指摘した。
2. 熱分解過程における原料とガス、タール生成の関連性を明らかにするため、木質ペレット、ポリエチレン (PE)、ポリプロピレン (PP) の配合割合を変えた急速熱分解試験を行った。木質ペレットとプラスチックを配合する相乗効果により、ガス生成量が増加し、タール収量を減少できることを確認した。一方で、タール中の PAHs は減少しないことも明らかとなり、タールの除去や改質がガスエンジン発電のためには必要であることが示唆された。
3. 木質ペレットまたは紙プラスチック燃料 (PRF) を原料として 1 トン/日規模の流動床ガス化炉で熱分解ガス化試験を行った。いずれの原料においても空気比を増すとタール濃度は減少する傾向を示し、空気比 0.3–0.5、反応温度 700–940℃の運転条件でガスエンジン発電利用するためには、生成ガス熱量ならびにタール濃度の観点からは空気比 0.4 前後が適した運転条件であり、併せてタール管理をすることでガスエンジン発電が可能となることが分かった。

以上、本論文は、未利用のバイオマスならびにプラスチック廃棄物からのエネルギー回収技術における熱化学変換によるガスやタール生成特性に関して論じており、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士 (工学) の学位論文として価値あるものと認める。また、令和 2 年 2 月 17 日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。なお、本論文は、京都大学学位規程第 14 条第 2 項に該当するものと判断し、公表に際しては、(令和 4 年 3 月 31 日までの間) 当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。